



① BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 11 995 A 1**

⑤ Int. Cl. 7:  
**C 02 F 1/42**

② Aktenzeichen: 102 11 995.3  
③ Anmeldetag: 18. 3. 2002  
④ Offenlegungstag: 2. 10. 2003

DE 102 11 995 A 1

⑦ Anmelder:  
HEMA Stahl- und Kunststoffbau GmbH, 37520  
Osterode, DE

⑧ Erfinder:  
Klein, Klaus, 37520 Osterode, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤ Verfahren und Anlage zur Vollentsalzung von Wasser unter gleichzeitiger Optimierung des Chemikalien- und Wasserverbrauchs bei der Regeneration der Ionenaustauscher

DE 102 11 995 A 1

## DE 102 11 995 A 1

1

## Beschreibung

[0001] Zur Vollentsalzung von Brauch- oder Trinkwässern werden üblicherweise Ionentauscheranlagen eingesetzt. Diese entziehen dem Rohwasser die darin gelösten Salze und geben entsprechend den Anforderungen ein Reinwasser der geforderten Qualität. Die Qualität des Reinwassers richtet sich nach den Anforderungen der Produktion und wird in Leitfähigkeit ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) ausgedrückt.

[0002] Je größer die Qualitätsanforderungen an das Reinwasser sind, desto niedriger ist die nutzbare Kapazität der Ionentauscher und desto häufiger muß regeneriert werden. Weiterhin wird der Regenerierzyklus durch die Salzbelastung des Rohwassers bestimmt. Je höher die Salzbelastung des Rohwassers ist, desto häufiger muß regeneriert werden.

[0003] Ein Problem bei der Regeneration von Ionentauschern ist, daß für die Regeneration, speziell des Anionentauschers, entsalztes Wasser verwendet werden muß. Unter ungünstigen Bedingungen, d. h. hohe Qualitätsanforderungen an das Reinwasser und hohe Salzfrachten im Rohwasser, können dazu führen, daß das im Ionentauscher erzeugte Reinwasser zu einem hohen Anteil für die Regenerationen wieder verbraucht wird. Unter diesen Bedingungen ist es unwirtschaftlich, einen Ionentauscher zur Reinwassererzeugung einzusetzen.

[0004] Die herkömmliche Betriebsweise für einen Ionentauscher zur Vollentsalzung von Wasser kann in folgende Teilschritte gegliedert werden:

## 1. Beladen/Reinwasser

[0005] Das Rohwasser wird gefiltert und dann zunächst über den Kationentauscher und anschließend über den Anionentauscher geleitet. (Die Reihenfolge kann verfahrenstechnisch nicht getauscht werden.) Am Ausgang des Anionentauschers befindet sich eine Leitfähigkeitsmessung, welche zur Überwachung der Wasserqualität dient und den Beladungsvorgang beendet.

## 2. Regenerieren

[0006] Nachdem die Leitfähigkeitsmessung den Beladungsvorgang beendet hat, müssen die Austauscher mit Chemikalien regeneriert werden. Der Kationentauscher wird mit Säure, vornehmlich Salzsäure und der Anionentauscher mit Lauge, vornehmlich Natronlauge, regeneriert. Während an das Regenerierwasser des Kationentauschers keine besonderen Qualitätsanprüche gestellt werden, benötigt der Anionentauscher ein Wasser welches frei von Schwermetallkationen ist.

[0007] Es sind zwei Verfahrensweisen üblich, um den Anionentauscher vor Kationen zu schützen. Entweder der Ansatz der Regenerierlösung mit Chemikalien wird mit vorher produziertem vollentsalztem Wasser durchgeführt oder es wird zunächst der Kationentauscher regeneriert und gewaschen. Über den regenerierten Kationentauscher werden dann die Kationen aus dem Rohwasser entfernt und dieses saure Wasser wird dann zum Ansatz der alkalischen Regenerierlösung verwendet. Beide Verfahren haben gravierende Nachteile. Im ersten Fall wird hochwertiges vollentsalztes Wasser für die Regeneration verbraucht was die Produktivität des Austauschers herabsetzt. Im zweiten Fall wird die Regenerierzeit verlängert, da der Kationentauscher zunächst alleine regeneriert werden muß, ehe dann über den Kationentauscher auch der Anionentauscher regeneriert wird. Ein weiterer Nachteil besteht darin, daß während der Regeneration des Anionentauschers der Kationentauscher bereits wieder mit Kationen beladen wird, was dessen Standzeit

2

verringert.

## 3. Waschen

[0008] Nach dem Regenerieren der Austauscher müssen diese bis zum Erreichen der erforderlichen Leitfähigkeit gewaschen werden. Hierzu wird Rohwasser so lange über die Austauscher ins Abwasser geleitet bis der vorgewählte Leitwert hinter dem Anionentauscher unterschritten wird. Während diesem Schritt werden sowohl der Kationentauscher als auch der Anionentauscher bereits wieder beladen. Das erzeugte Volumen wird als Abwasser abgegeben.

[0009] Die angestrebte Weiterentwicklung der Ionentauschertechnologie zielt darauf ab, die Nachteile der herkömmlichen Verfahrenstechnik dahingehend zu verbessern, daß das Verhältnis Reinwasser zu Regenerierwasser verbessert und dabei gleichzeitig der Chemikalieneinsatz verringert wird.

## Beispiel

[0010] Aus einem Rohwasser (Uferfiltrat) von  $760 \mu\text{S}/\text{cm}$  soll ein hochwertiges VE-Wasser mit einer Leitfähigkeit von im Mittel  $2 \mu\text{S}/\text{cm}$  erzeugt werden. Die Leistung der Ionentauscheranlage soll  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  betragen und eine Standzeit von mindestens 10 Stunden aufweisen bevor eine Regeneration ansteht. Die erforderliche Regeneration verbraucht/erzeugt unter herkömmlichen Regenerationsbedingungen ein Abwasser von ca.  $8-10 \text{ m}^3$ . Von dem vorher erzeugten Reinwasser von ca.  $200 \text{ m}^3$  würden demnach ca.  $5\%$  wieder für die Regeneration verbraucht werden. Damit die geforderte Leistung von  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  Reinwasser für die Produktion sicher gestellt werden kann, muß die herkömmliche Ionentauscheranlage größer angelegt werden, nämlich auf  $21 \text{ m}^3/\text{h}$ . Ziel der Entwicklung ist es, die Verfahrenstechnik bei der Regeneration von Ionentauschern so zu verbessern, daß die Regeneration der Ionentauscher parallel und zeitgleich erfolgt und das erforderliche Wasser für die Regeneration des Anionentauschers nicht aus dem erzeugten hochqualitativen Reinwasser bezogen wird.

## Lösungsvorschlag

[0011] Gem. Anforderung soll der Ionentauscher ein Reinwasser mit einer mittleren Leitfähigkeit von  $2 \mu\text{S}/\text{cm}$  erzeugen. Bei Überschreiten einer Leitfähigkeit von  $10 \mu\text{S}/\text{cm}$  wird die in Betrieb befindliche Straße abgeschaltet und regeneriert. Eine 2. parallele Straße übernimmt dann die weitere Produktion von Reinwasser. Bei einem Abschaltpunkt von  $10 \mu\text{S}/\text{cm}$  beginnt der Ionentauscher gerade erst durchzubrechen. Die Beladungskapazität der Austauscher ist demnach noch lange nicht voll ausgeschöpft. Ab diesem Punkt wird nach dem erfindungsgemäßen Verfahren die Regeneration noch nicht eingeleitet, sondern die eigentlich beladene Straße produziert das für die eigene Regeneration erforderliche teilentsaltete Wasser und speichert dieses in einem separaten Pufferbehälter (B3) ab. Dieses Wasser wird zwar einen Leitwert  $> 10 \mu\text{S}/\text{cm}$  aufweisen; für die Regeneration ist ein Wert  $< 50 \mu\text{S}/\text{cm}$  jedoch ausreichend. Die Produktion des teilentsalteten Wassers für die Regeneration wird einerseits durch die Leitfähigkeit und andererseits durch den Füllstand des zugehörigen Pufferbehälters (B3) begrenzt. Danach wird der eigentliche Regeneriervorgang eingeleitet. Dabei werden die Regenerationen des Kationen- und des Anionentauschers zeitgleich gestartet und laufen parallel ab, was zu Zeiteinsparungen in der gesamten Regenerierzeit führt. Die zu regenerierende Straße steht früher wieder für die Produktion von vollentsalztem Wasser zur Verfügung und vergrö-

## DE 102 11 995 A 1

3

Bert damit die Kapazität des gesamten Systems. Indem die Regenerationszeit nach dem erfindungsgemäßen Verfahren von ca. 3-4 Stunden auf ca. 1,5 Stunden reduziert wird, kann auch daran gedacht werden, beide Straßen parallel zu betreiben und nicht jeweils eine Straße im "Stand By Modus" inaktiv zu lassen. Der Kapazitätsverlust während der Regeneration einer Straße muß in diesem Falle über Pufferkapazitäten im Reinwasserbereich kompensiert werden. Durch diese Maßnahme kann die Kapazität der Ionentauscheranlage von zur Zeit 21 m<sup>3</sup>/h auf ca. 12 m<sup>3</sup>/h reduziert werden. Der Investitionsbedarf und der Platzbedarf der erfindungsgemäßen Lösung sind niedriger.

[0012] Während für die Regeneration des Kationentauschers unbehandeltes Rohwasser verwendet werden kann, steht für den Anionentauscher das qualitativ hochwertigere, teilentsalztes Wasser, zur Verfügung.

[0013] Der verfahrenstechnische Ablauf des neuen Verfahrens stellt sich wie folgt dar.

## 1. Beladen/Reinwasser

[0014] Gleicher Ablauf wie beim herkömmlichen Verfahren. Die Reinwasserproduktion wird bei einem Leitwert von 10 µs/cm gestoppt.

## 2. Teilentsalztes Wasser

[0015] Es wird mindestens so viel Wasser produziert, wie für die Regeneration des Anionentauschers erforderlich ist. Ansonsten kann dieser Schritt bis zur Ausnutzung der Kapazität des Pufferbehälters (B3) bzw. bis an die Leitwertgrenze von 40-50 µs/cm betreiben werden.

## 3. Regenerieren und Waschen

[0016] Kationentauscher und Anionentauscher werden zeitgleich und parallel regeneriert. Für den Kationentauscher kann Rohwasser aus B1 oder teilentsalztes Wasser aus B3 benutzt werden. Die Regeneration des Anionentauschers erfolgt nur mit teilentsalztem Wasser aus B3.

[0017] Nachdem die erforderliche Menge an Chemikalien dosiert wurde, wird so lange mit Wasser in der o. g. Weise gespült, bis der überwiegende Teil der Chemikalien ausgewaschen ist.

## 4. Reinwaschen

[0018] Die verbleibenden Restchemikalien werden nun mit teilentsalztem Wasser ausgewaschen indem Wasser aus B3 über den Kationentauscher und den Anionentauscher gepumpt wird. Dieser Vorgang wird über die Leitfähigkeitsmessung kontrolliert. So lange wie die Leitfähigkeit hinter dem Anionentauscher höher ist als im Rohwassereingang wird das erzeugte Waschwasser als Abwasser abgegeben. Danach wird das Wasser zurück in den Behälter B3 geleitet. Dieser Vorgang wird so lange fortgesetzt, bis im Behälter B3 die gewünschte Leitfähigkeit, im Beispiel 2 µs/cm, erreicht ist. Damit ist die Regeneration abgeschlossen und die Straße steht sofort wieder zur Verfügung. Die im Behälter B3 verbliebene Menge an Wasser hat die für die Produktion geforderte Qualität und kann in den Behälter B2 umgepumpt werden.

[0019] Für das angeführte Beispiel ergeben sich für das erfindungsgemäße Verfahren folgende Einsparungen gegenüber dem herkömmlichen Verfahren. Angenommen wurde eine jährliche Betriebszeit von ca. 8.000 Stunden.

Rohwasser: 855 m<sup>3</sup>/a

Reinwasser: 3.355 m<sup>3</sup>/a

Abwasser: 855 m<sup>3</sup>/a

HCl 32%: 6,0 t/a

NaOH 50%: 3,0 t/a

4

## Patentansprüche

1. Verfahren und Anlage zur Vollentsalzung von mit Ionen kontaminiertem Wasser unter gleichzeitiger Optimierung des Chemikalien- und Wasserverbrauches zur Regeneration der Ionentauscher **dadurch gekennzeichnet** daß

das für die Regeneration der Ionentauscher, speziell der Anionentauscher, erforderliche Wasser von der Ionentauscheranlage im Anschluß an die eigentliche Beladung selber erzeugt und in einem oder mehreren zusätzlichen Behältern (B3) gespeichert wird und daß das Reinwaschen der Ionentauscher im Anschluß an die Regeneration mit teilentsalztem Wasser aus dem oder den Behältern (B3) erfolgt, wobei das erzeugte Abwasser ab einer Leitfähigkeit, welche in etwa der Leitfähigkeit des Rohwassers entspricht, wieder in den oder die Behälter (B3) eingeleitet wird.

2. Verfahren und Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeneration der Kationen- und Anionentauscher zeitgleich und parallel mit teilentsalztem Wasser aus dem oder den Behältern (B3) erfolgt.

3. Verfahren und Anlage nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Regeneration der Kationentauscher mit kontaminiertem Rohwasser und die Regeneration der Anionentauscher mit teilentsalztem Wasser aus dem oder den Behältern (B3) zeitgleich und parallel erfolgt.

4. Verfahren und Anlage nach Anspruch 1-3 dadurch gekennzeichnet daß das Reinwaschen der Ionentauscher, Kationen- und Anionentauscher, mit teilentsalztem Wasser aus dem oder den Behältern (B3) in der Art erfolgt, daß das Waschwasser in den Kationentauscher eingeleitet und von hier über den Anionentauscher geleitet wird.

5. Verfahren und Anlage nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß das Abwasser aus dem Reinwaschen der Ionentauscher bis zu einem vorgewählten Leitwert ins Abwasser und anschließend in einen der Behälter (B3) gegeben wird.

6. Verfahren und Anlage nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Reinwaschen der Ionentauscher gem. Anspruch 5 so lange fortgeführt wird, bis der minimal erzielbare Leitwert im Ausgang der Ionentauscheranlage bzw. in den Behältern (B3) erreicht ist.

7. Verfahren und Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem bzw. den Behältern (B3) erzeugte Reinwasser in den Reinwasserbehälter (B2) übergepumpt wird.

8. Verfahren und Anlage nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das in dem bzw. den Behältern (B3) erzeugte Reinwasser in den Rohwasserbehälter (B1) übergepumpt wird.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

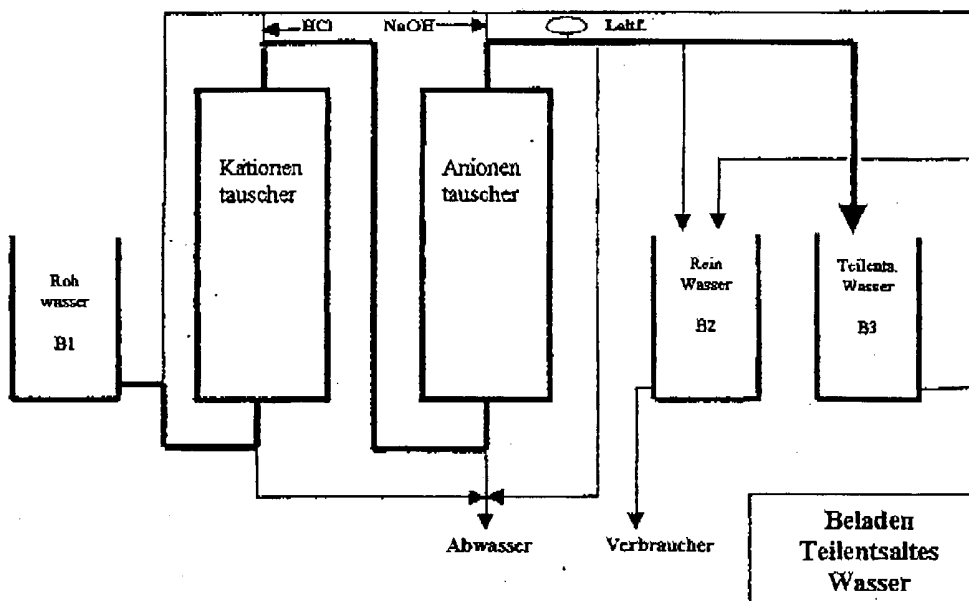
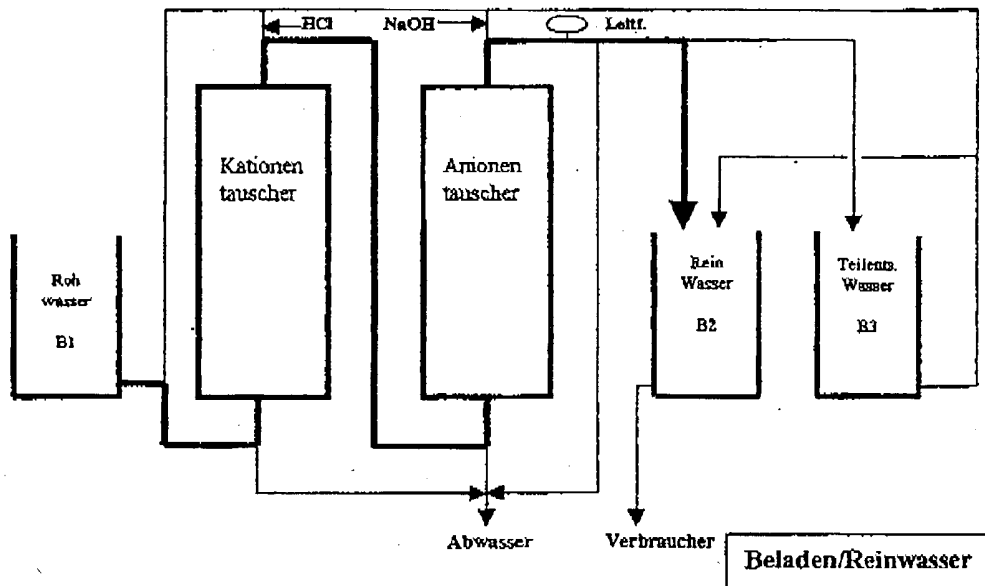
ZEICHNUNGEN SEITE 1

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 102 11 995 A1  
C 02 F 1/42  
2. Oktober 2003

Zeichnungen: Verfahrensschritte erfindungsgemäßes Verfahren

Fig. 1

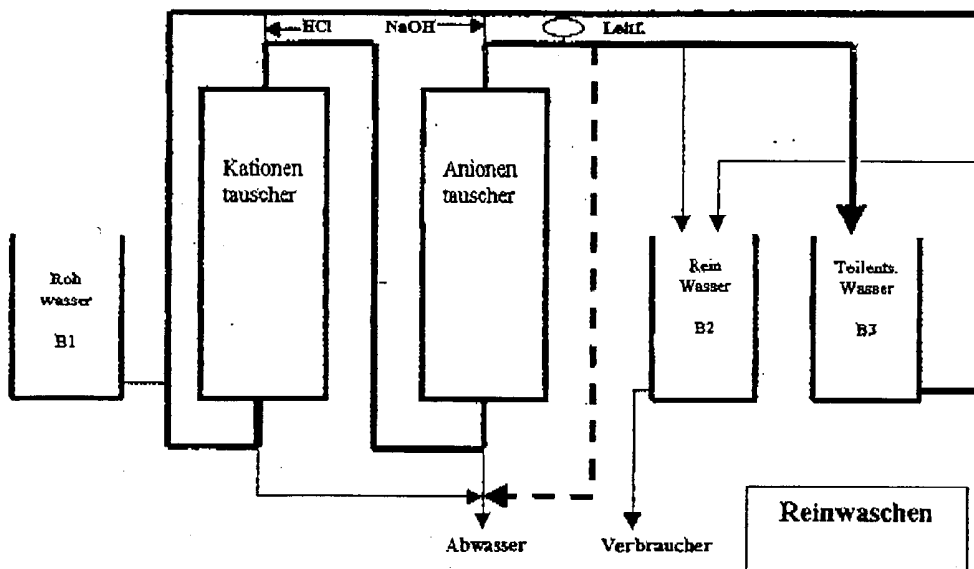
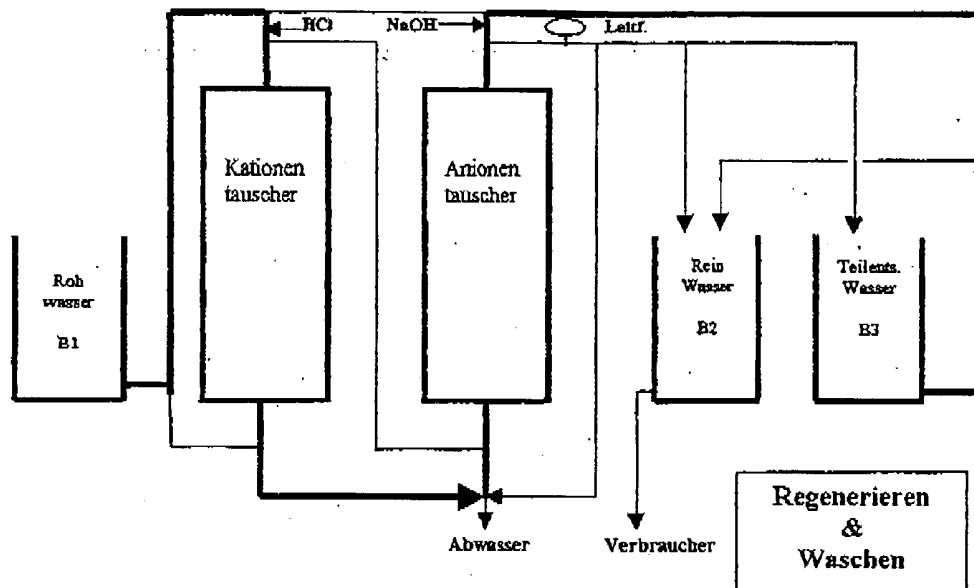


ZEICHNUNGEN SEITE 2

Nummer:  
Int. Cl.7:  
Offenlegungstag:

DE 102 11 885 A1  
C 02 F 1/42  
2. Oktober 2003

Fig. 2



Jul. 26. 2004 4:40PM

No. 0537 P. 14

- Leerseite -